

生活習慣病予防のためNEATの効果についての文献学的レビュー

金森 雅夫¹⁾ 土肥 紗綾¹⁾ スティーブ・ユゴビッチ¹⁾

Review of the Health Effects on Non Exercise Activity Thermogenesis for the Prevention of Non-Communicable Diseases

Masao KANAMORI Saaya DOHI Steve JUGOVIC

Abstract

Recent papers have been published on the importance of NEAT(Non Exercise Activity Thermogenesis) such as Standing time during work and at home. These articles established a focus for the evaluation of the outcomes of the association between physical activities and Non-Communicable Diseases by systematic review from 2011. The results are that several cohort studies find the positive relationship between NEAT and the death rate with a few studies showing no significant relationship. We discuss these the epidemiological results.

Key words : NEAT (Non Exercise Activity Thermogenesis), Systematic review,
Non-Communicable Diseases

キーワード：非運動熱産性，システマティックレビュー，生活習慣病

1) スポーツ学部

I. 緒言

立っている時間 Standing time, 座っている時間 Sitting time が健康にどのような影響を及ぼすかについての研究が発表されている。

立っている時間は身体活動のなかでは非運動性熱産生 (NEAT: Non Exercise Activity Thermogenesis) として運動 (EXERCISE) と分かれる。今回, 身体活動のうち非運動性熱産生 (NEAT: Non Exercise Activity Thermogenesis) と生活習慣病予防, 死亡率との関係について評価することを目的にシステマティックレビューを行った。

II. 方法

過去5年間 (2011年以降) の最新の知見を得ることを目的として, システマティックレビューを行った。検索エンジンは, MEDLINE-PUB MED, SPORT DISCUSS, GOOGLE SCHOLAR で, 検索キーワードは, cohort, death, epidemiology, NEAT, physical activity Standing, sitting, である。一回目の検索で196件抽出した。そのうち, 著者が同じフィールドで調査グループの一員として複数の論文が出版されている論文は1つとしてまとめた。メタアナリシスの対象となり, レビュー誌に採用されているものはレビュー誌のデータを参照した。また, 統計的評価ができないものは除外した。以上, 12件 (レビュー2件を含む) を考察した。

III. 結果

A. 調査地方と結果

1. オーストラリアでの調査

Hidde P. Van der Ploeg (2012, 2014) らは, オーストラリアの45歳以上の成人約22万人のコホート調査 (縦断調査) 結果を発表した。結果は, 以下のようである。

a) 立位時間が長い生活を持続すると死亡率は改善される。一日の立位時間が2時間以内の生活者の死亡率を1とすると立位時間

が長くなるにしたがって死亡率は小さくなる (1.0より小)。この傾向は男女とも同様である。また, 年齢別にみてもどの年齢層でも立位時間に比例して死亡率が低くなる傾向が認められた。

b) 立位時間が長いと死亡率が低い傾向は健康者と心血管・糖尿病者を比較してみても同様の結論であった (図1)。座位時間が長いと立位時間は短い傾向がある (図2)。

c) 肥満度をみるとBMIが正常者及び肥満傾向者は立位時間が長いと死亡率が低くなるといった一次回帰直線的傾向があるのに対して, 肥満者は, 概ね立位時間と死亡率とは反比例の関係があるものの, 立位時間が長くても死亡率が高い層が認められることから, 死亡率を増加させる要因が座位時間以外の因子が存在する可能性が示唆された (図3)。

d) 図4は運動習慣での強度と立位時間の関係を示し, 運動強度が強くても立位時間が長いと死亡率が下がるという1次回帰直線の比例関係が認められた。

このことから日常生活における立位時間の長さは, 健康に大きく影響していることが示唆される。また, 心血管者あるいは糖尿病患者でも健康者と同様で, 立位時間が長いと予後がよいことが想定される。

Nyssa Tら (2015) は, Australian 糖尿病調査で肥満と勤務時間での座位時間, テレビ視聴時間とが関連していることを見出した。

Stamatakis Eら (2015) は, オーストラリアで45歳以上の201,129人で, NEAT, 運動のリスクを計算した。死亡率は, 以下のように低下した。NEAT立位時間 (0.95, 0.94 - 0.96), ウォーキング (0.86, 0.81 - 0.90), 中程度から激しい運動 (0.88, 0.85 - 0.90)。

Dunstan DW (2011) は, Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab) においてテレビ視聴時間がながいと総死亡率や心臓循環器病の発症率の上昇を証明した。

2. カナダ

18 - 90歳の Canadian 16,586人のコホート調査の結果、立位は、健康上の危険性はなく、長時間の立位時間は死亡率を下げた。(Peter T Katzmarzyk. 2015)

3. スペイン

Martínez-Gómez Dら (2015) は、スペインで60歳以上の糖尿病患者611人を追跡した結果、中等度の身体活動群が、少ない身体活動群より死亡のリスク比0.59 (0.45 - 0.78) が小さかった。身体活動量、sitting 時間別に死亡率を求めると、死亡率は直線回帰ではないが、身体活動量が適切な時に最も低く、sitting 時間 8 時間以上になると増加した。総死亡リスクでの高い身体活動量と短い座位時間の関係は、死亡率の低下に独立して関連し、2つ (身体活動量と座位時間) を加えても関連していた。

4. 日本

Kikuchi H (2015) は、日本で勤務時間の座位時間を調査し、第一次産業では、仕事中の座位時間が長いほど死亡率は高い傾向が見られたが、第二次及び第三次産業ではその傾向は見られなかった。

5. イギリス

Hagger-Johnson G (2015) は、1999 - 2002年 12,778人女性 (37 - 78歳) の英国女性コホート調査からせかせかしている活動時間 (fidgeting behavior) について研究し、一日座位時間 5 - 6 時間で、せかせかしている時間が多いと死亡率は減少したが座位時間が 6 時間以上長いとこの関係は見いだされなかった。

Stamatakis Eら (2011) は、英国 Scottish Health Survey で、テレビなどの視聴時間と死亡率の関係を認め、総死亡率は、1.48, 1.04 to 2.13 心臓循環器病の発症率2.25 (95% CI: 1.30 to 3.89) 増加することを示した。

B. 論文のシステマティックレビュー

Chauら (2013) は、1989年から2013年までの発表論文のうち、一日の座位時間とすべての疾患の死亡リスクとの関係を身体活動量の強度から中程度に層化して比較分析を実施した。総計595,086人 (死亡29,162人) で、総観察人年3,565,569 person-years (1年間1人の人を追跡したときは、1 person-years と定義する) であった。座位時間が伸びるとトータルな死亡率が増加する量反応関係を見出した。(トータルな座位時間 0 - 3 時間の死亡率を1.00とすると座位時間 > 3 - 7 h/dayでリスク比1.02 (95% CI: 0.99-1.05), 座位時間 > 7h/dayのときリスク比 1.05 (95% CI: 1.02 - 1.08) と増加する。10時間座っていると34%死亡率が増加し、運動を行っていても座位時間が長いことは死亡率を増加させる要因になると結論づけた。Sprod Jら (2015) は、退職後の身体活動についてメタアナリシスをおこなった結果、立っている活動時間と健康との関係では明らかな効果は見いだせなかった。

IV. 考察

1. 身体活動としての立っていること

(Standing) の重要性

高脂肪食・高エネルギー食の食生活から糖尿病予防や重症化阻止を実行するには、ある程度の食事制限はやむを得ないとして、身体活動が重要なのは言うまでもない。Hidde P. Van der Ploeg A.B.ら (2012,2014) は、オーストラリアの45歳以上の成人約22万人のコホート調査 (縦断調査) 結果を発表した。膨大な調査数で圧倒的な真実性を帯びる。Chauら (2013) は、一日10時間座っていると34%死亡率が増加し、運動を行っていても座位時間が長いことは死亡率を増加させる要因になると結論づけた。22万人の標本調査で、母集団からの抽出率等を考慮してもリスク比の信頼区間はかなり狭まっている。しかし、リスク比が1.0から1.1という非常に低い数字となっている。従来のphysical exerciseの健康へ

のリスクに比べると非常に小さく、微妙なところである。質問紙での Standing time を聞き方など曖昧性は否定できない。

2. NEATの重要性

立っていることのリスク比が低いことを理由に、座っていることが健康に良いという結論には至らない。軽い身体活動は重要である根拠をエネルギー代謝に沿って考察した。

そのために筋肉の中の ATP や糖質などのエネルギー源を効率的に働かせるにはどのようにすればよいのかについて論述する。そこには、日常の食事から摂取する糖質を細胞内に取り込むインスリンと物質代謝において強力なエネルギーを放出する酸素が運動に大きく関与している。

- 1) インスリンを中心とする血糖調節の仕組み (田村ほか, 2005, 2006) (清野, 2004) 膵臓β細胞より放出されたインスリンは、標的組織 (インスリンがはたらく組織) である肝臓, 筋肉, 脂肪にそれぞれ糖の細胞内への取り込みを促進する。糖に関しては、肝臓では糖の取り込み以外にも糖新生, 糖の放出にも関与する。したがって、スポーツ・運動は、筋肉活動であるので、インスリンの作用不足の状態では、筋肉細胞への糖分の取り込みが円滑に行えず、エネルギー源である糖質が不足し、長時間にわたる持久系のスポーツ・運動に支障をきたすことになる。同様に肝臓によっても糖の放出や新生に支障をきたすので持久系スポーツ・運動には不利益を生ずる。インスリン機能の回復に成功すれば、持久系のスポーツ・運動の自己記録は更新される条件が整うことになる。
- 2) 酸素とヘモグロビンの機能 筋肉を動かすには酸素が必要であるが、その酸素は呼吸器から入り、鉄を含んだヘモグロビンと結合して細胞の中に入る。通常の細胞は酸素の供給を受けるが、がん細胞は酸素の供給を受け付けなくなっている。持久力の指

標に最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) があるが、この摂取量の大小は、①筋肉量, ②筋肉のミトコンドリア数, ③酸素・ヘモグロビン結合能などに依拠するとされる。

- 3) 欧米型糖尿病とアジア型糖尿病 ①筋肉量, ②筋肉のミトコンドリア数, ③酸素・ヘモグロビン結合能が十分でも、糖の取り込みに関与するインスリンの働きが不十分だと最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) が向上しない。それで、インスリン機能が正常でない2型糖尿病には、①インスリン抵抗性を主とした欧米型糖尿病, ②インスリン分泌障害を主としたアジア型糖尿病に分かれる (清野裕)。欧米型糖尿病は、高インスリン血症の所見を有し、肥満を伴うのに対し、アジア型糖尿病はインスリン分泌不全が主で肥満を必ずしも伴わない。なぜ2つに分かれるのかについては内分泌代謝学的には膵臓β細胞でのインスリン分泌促進作用のあるGIP (Gastric Inhibitory Polypeptide) シグナルの増強または減弱によるとされるのに対し、食生活の面からみると、アジア人と欧米人との食生活の歴史的差によるものといわれている。つまり、高脂肪・高エネルギー食の食生活習慣が欧米人は産業革命後19世紀から徐々に始まったとされるのに対して、アジア人は100年以上遅れたことによると考察される。この国で米食などの穀物中心から急激な食生活の欧米化が見られたのは、約半世紀前の高度経済成長期以降である。しかし、近年15歳以上の若者に若年性2型糖尿病が多く発症し、多くは肥満を診る。食事の欧米化に伴って糖尿病も欧米化しているといえないだろうか。
- 4) NEATの健康への効果の仮説レビューでみた疫学的知見が正しいとすれば、次の2点が正しいかその片方が正しいかの推論ができる。①立位Standingなどの非運動性熱産生の身体活動は、低強度の筋緊張を作り出し、インスリン機能の改善に効果的であるとの仮説。②立位 Standing している人

は、休憩時間など身体活動に積極的である結果、質問紙による身体活動量では計測できない活動がある。つまり、Standing しようとすることによって、運動・スポーツに対する動機づけになっていることが考えられる。NEAT は、運動・スポーツの動機づけにならないか、検討していく価値は十分にある。

- 5) NEAT の留意点 今後も疫学的観察を続ける必要があるが、勤労者にとっては、Standing が長時間続いたことによって、過重労働に加えて身体負荷がかかる恐れがある。高血圧や腰痛などに対する危険予知が重要である。生活時間の中で、スポーツ・Standing 時間などの身体負荷量の適切性を休養という要素と加えて研究していく必要性がある。ライフスタイルの健康維持のための最適化の身体活動量の閾値研究が重要であるが、スポーツが好きなグループ、その他の趣味のグループなどグループ化（層化）して研究する必要がある時代がくるかもしれない。

V. 結論

非運動性熱産生（NEAT）と健康への影響についての論文レビューの結果、わずかであるが死亡率の低下に効果があるといえる。その効果について考察した。

参考文献

- Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, Bauman AE, van der Ploeg HP (2013) Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS One*.13; 8 (11) : e80000. doi: 10.1371
- Dunstan DW, Barr EL, Healy GN, Salmon J, Shaw JE, Balkau B, Magliano DJ, Cameron AJ, Zimmet PZ, Owen N. (2011) Television viewing time and mortality: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Circulation* 26;121 (3) : 384-91
- Hagger-Johnson G, Gow AJ, Burley V, Greenwood D, Cade JE (2015) Sitting Time, Fidgeting, and All-Cause Mortality in the UK Women's Cohort Study. *Am J Prev Med*. S0749-3797 (15) 00345-1. doi: 10.1016/j.amepre.[Epub ahead of print]
- Hiddle P van der Ploeg, Tien Chey, Rosemary J Korda, Emily Banks Adrian Bauman (2012) Sitting Time and All-Cause Mortality Risk in 222497 Australian Adults. *Arch Intern Med* 172 (6) 494-500.
- HiddleP. Van der Ploeg, tien Chey, Ding Dingetal (2014) Standing time and all-cause mortality in a large cohort of Australian adults. *Preventive medicine* 69: 187-191.
- Kikuchi H, Inoue S, Odagiri Y, Inoue M, Sawada N, Tsugane S (2015) Occupational sitting time and risk of all-cause mortality among Japanese workers. *Scand J Work Environ Health*. 41 (6) 519-528
- 清野 裕 (2004) 2型糖尿病の病態と発症機構. *日本内科学雑誌*, 93:48-51
- Martínez-Gómez D, Guallar-Castillon P, Mota J, Lopez-Garcia E, Rodriguez-Artalejo F. (2015) Physical Activity, Sitting Time and Mortality in Older Adults with Diabetes. *Int J Sports Med*. Sep 2. [Epub ahead of print]
- Nyssa T. Hadgraft, Brigid M. Lynch, Bronwyn K. Clark, Genevieve N. Healy, Neville Owen and David W. Dunstan (2015) Excessive sitting at work and at home: Correlates of occupational sitting and TV viewing time in working adults. *BMC Public Health* (2015) 15:899 . doi 10.1186/s12889-015-2243-y
- Peter T Katzmarzyk (2015) Standing and Mortality in a Prospective Cohort of Canadian Adults. *Med.Sci. Sports Exerc*. 46 (5) 940-946.
- Stamatakis E, Hamer M, Dunstan DW (2011) Screen-based entertainment time, all-cause mortality, and cardiovascular events: population-based study with ongoing mortality and hospital events follow-up. *J Am Coll Cardiol*.18;57 (3) 292-9.
- Sprod J, Ferrar K, Olds T, Maher C. (2015) Changes in sedentary behaviours across the

retirement transition: a systematic review.
Age Ageing,44 (6) 918-25.

Stamatakis E, Rogers K, Ding D, Berrigan D, Chau J, Hamer M, Bauman A (2015) All-cause mortality effects of replacing sedentary time with physical activity and sleeping using an isotemporal substitution model: a prospective study of 201,129 mid-aged and older adults. Int J Behav Nutr Phys Act. doi:10.1186/s12966-015-0280-7.

田村好史, 佐藤文彦, 河盛隆造 (2005) 糖代謝における肝細胞内, 骨格筋細胞内脂肪蓄積の意義. 医学のあゆみ 213 (13) 1126-1127.

田村好史, 綿田裕孝 (2006) 細胞内脂質とメタボリックシンドローム. 医学の歩み 217 (1) 164-167.

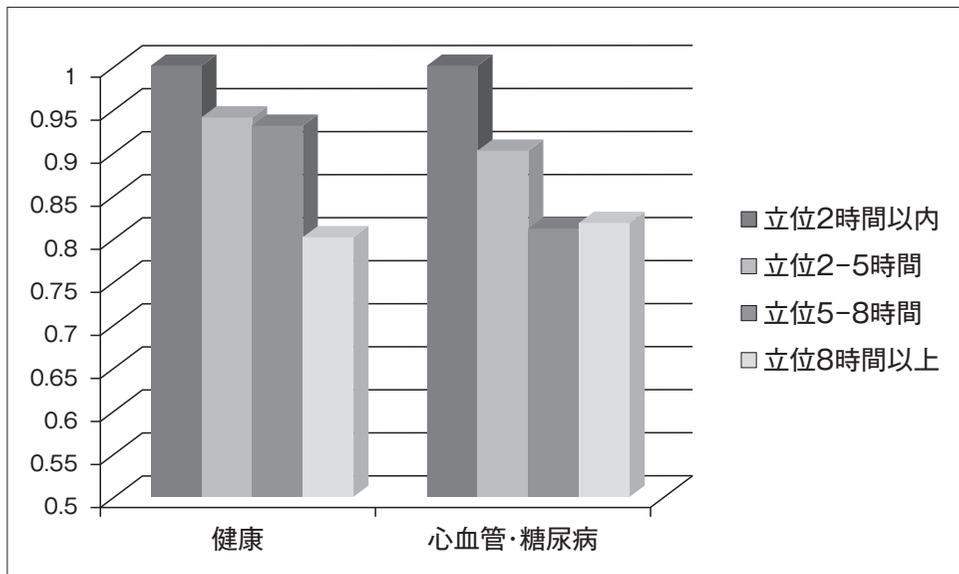


図1. 立位 (Standing) 時間と死亡率の関係

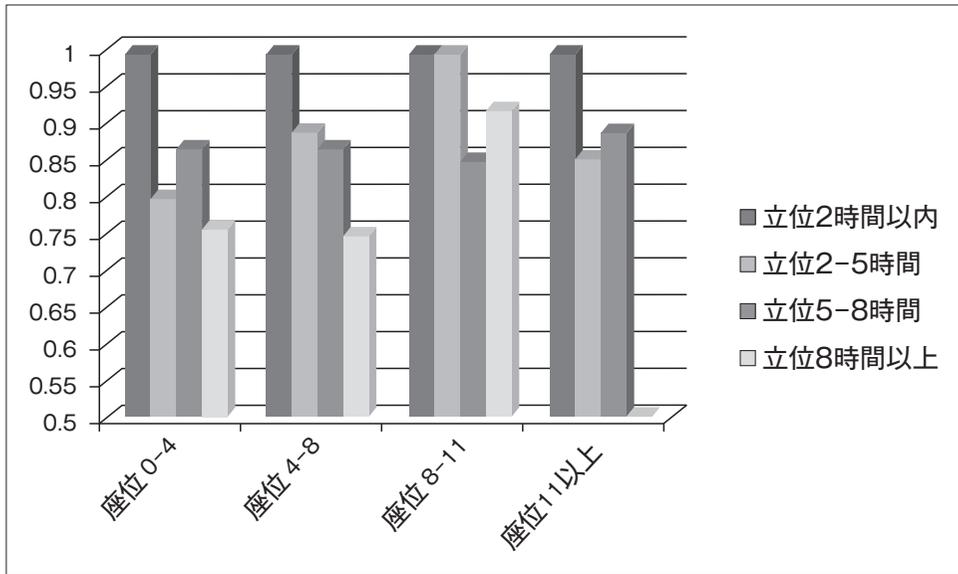


図2. 立位時間別の座位時間と死亡率の変化

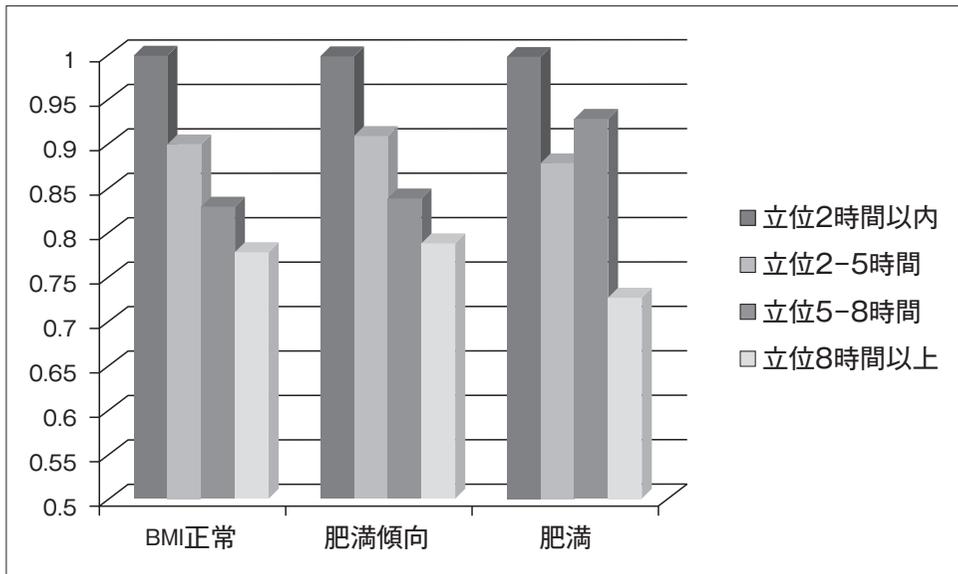


図3. 立位時間と肥満による死亡率の変化

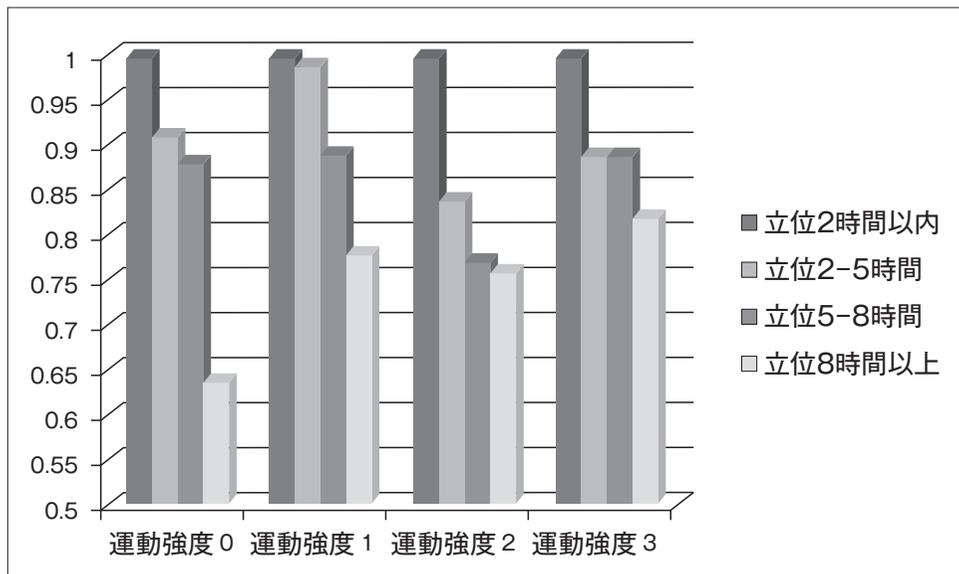


図4. 立位時間と一週間の運動習慣の強度別にみた死亡率の変化

表1. NEAT論文レビューの結果：地域と主要指標について

文献番号	地域と主要指標
1, 2	オーストラリア 市民 立位時間と死亡, 糖尿病・心臓血管系の発症率
3	オーストラリア 糖尿病患者 座位時間とテレビ視聴時間
4	オーストラリア 45歳以上 立位時間, 運動と死亡率
5	オーストラリア 市民 テレビ視聴時間と死亡率・心臓循環器病の発症率
6	カナダ 市民 立位時間と死亡率
7	スペイン 糖尿病患者 死亡率
8	日本 勤労者 死亡率
9	イギリス 女性 座位時間・せかせかしている時間 死亡率
10	イギリス (スコットランド) 市民 テレビ視聴時間と死亡率・心臓血管系の発症率